N° d'enregistrement
au C.N.R.S.
A.O. 8713

Article principal
recouvrant en partie

la THESE présentée
pour l'obtention

du grade de DOCTEUR ES SCIENCES PHYSIQUES

A L'UNIVERSITE PARIS VI

par Pierre CHEVALLIER

Sujet de la Thèse :

Contribution à l'étude des groupes α semi-favorisés dans un noyau impair impair et à l'étude des bandes de rotation de parité négative dans un noyau pair pair. Mise en évidence de la double ionisation K dans la conversion interne.

Soutenue le 28 Juin 1973 devant la Commission d'Examen

MM. J. TEILLAC ..... Président
G. BOUISSIERES ..... Examinateur
M. LEFORT ..... Examinateur
J.P. BRIAND ..... Examinateur
M.S. FREEDMAN.

N° d'enregistrement
au C.N.R.S.

Article principal
recouvrant en partie

la THESE présentée
pour l'obtention

du grade de DOCTEUR ES SCIENCES PHYSIQUES

A L'UNIVERSITE PARIS VI

par Pierre CHEVALLIER

Sujet de la Thèse :

Contribution à l'étude des groupes α semi-favorisés dans un noyau impair impair et à l'étude des bandes de rotation de parité négative dans un noyau pair pair. Mise en évidence de la double ionisation K dans la conversion interne.

Soutenue le 28 Juin 1973 devant la Commission d'Examen

MM. J. TEILLAC ..... Président
G. BOUISSIERES ..... Examinateur
M. LEFORT ..... Examinateur
J.P. BRIAND ..... Examinateur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Classification
Physics Abstracts
12.10 — 12.20

ÉMISSION β^- DE ^{220}Fr

par J. P. BRIAND, P. CHEVALLIER et A. TOUATI

Institut de Physique Nucléaire, Laboratoire Curie, Paris

(*Reçu le 24 juin 1970, révisé le 12 octobre 1970*)

Résumé. — Un très faible embranchement β^- ($3{,}5 \times 10^{-3}$) est observé dans la désintégration de ^{220}Fr ($T_{1/2} = 25$ s), en utilisant des techniques particulières de collection des atomes de recul α d'ordres variés. Ce résultat fixe le spin et la parité ($J = 1$ parité positive) du niveau fondamental de ^{220}Fr. L'observation dans le spectre α de ^{224}Ac en équilibre avec ses descendants, d'une raie à 7,960 MeV, peut être expliquée par l'hypothèse de l'existence d'un niveau isomérique dans ^{216}At ou ^{212}Bi.

Abstract. — Very weak (3.5×10^{-3})β^- branch in the disintegration of ^{220}Fr ($T_{1/2} = 25$ s) is observed using special technics of collection of α recoil atoms of various order. This result implies $J = 1+$ for the fundamental level of ^{220}Fr. The observation in α spectra of ^{224}Ac samples of an α ray at 7.960 MeV, is explained by the hypothesis of an isomeric state either in ^{216}At, either in ^{212}Bi.

1. **Introduction.** — Lors de l'étude du spectre α des éléments de la série radioactive α de ^{224}Ac (Fig. 1 et 2) deux raies α à 8,040 et 7,960 MeV, d'intensité relative $3{,}5 \times 10^{-3}$ et $2{,}8 \times 10^{-4}$ par rapport à la raie α_0 de ^{216}At, avaient été observées mais n'avaient pu être interprétées [1]. Nous en avons repris l'étude, à l'aide

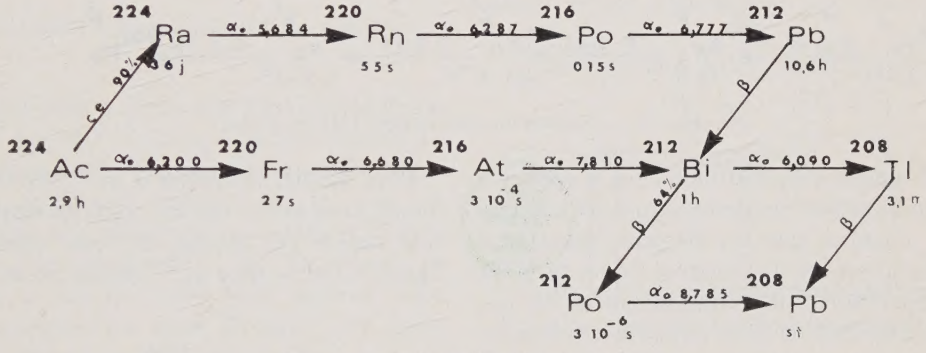

FIG. 1. — Série radioactive de ^{224}Ac.

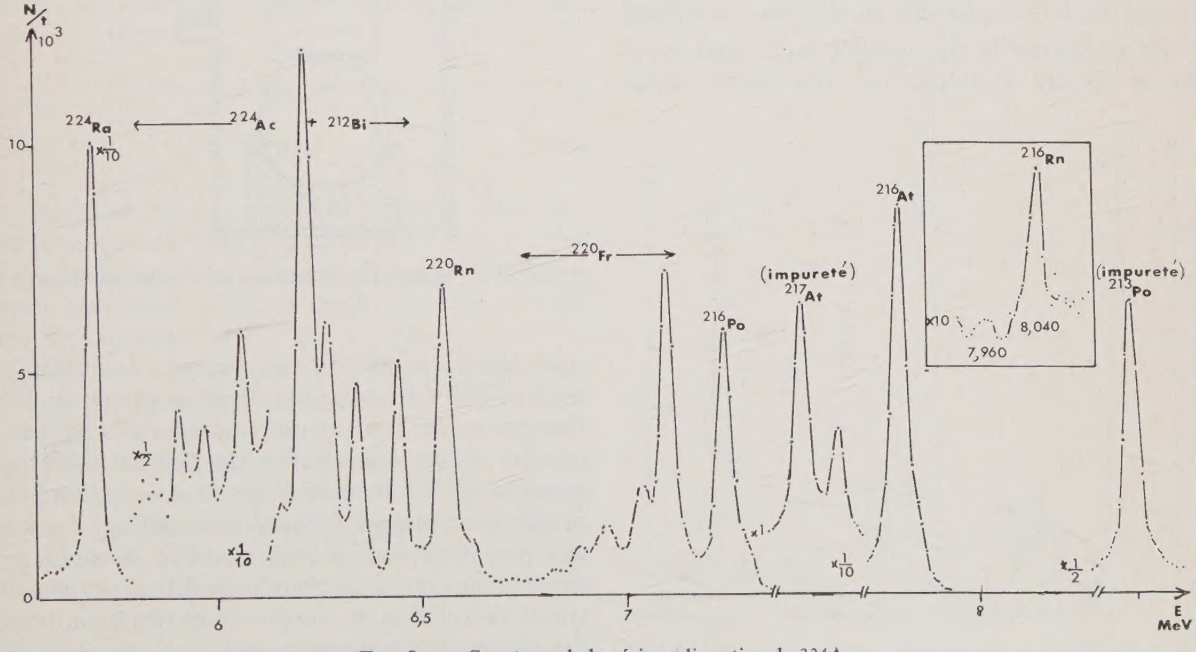

FIG. 2. — Spectre α de la série radioactive de ^{224}Ac.

de techniques liées au recul des noyaux émetteurs α, et identifié ces raies.

Nous discuterons successivement les méthodes utilisées pour identifier ces raies, puis l'interprétation des résultats ainsi obtenus.

Les sources de ^{224}Ac sont obtenues par collection des atomes de recul émis dans la désintégration α de ^{228}Pa, lui-même formé dans la réaction nucléaire ^{232}Th(p, 5 n)^{228}Pa et séparé suivant une méthode décrite par ailleurs [2].

2. **Identification de la raie α de 8,040 MeV.** — Le seul noyau émetteur α connu, correspondant à cette énergie (8,040 MeV) est ^{216}Rn [3]. La présence de cet isotope dans nos sources ne peut s'interpréter qu'en supposant l'existence de transitions β^- des éléments de la série de ^{224}Ac vers ceux de la série de ^{224}Th (Fig. 3). Les raies α caractéristiques de ^{224}Th et ^{220}Ra ne peuvent être identifiées avec certitude dans le spectre α de ^{224}Ac en équilibre avec ses descendants, les énergies des particules α émises par ces éléments étant trop voisines de celles des raies de structure fine α de ^{220}Fr et ^{216}At. L'hypothèse d'une contamination de nos sources par des éléments de cette série, formés directement dans la réaction nucléaire ne peut être retenue eu égard aux très faibles périodes des éléments considérés.

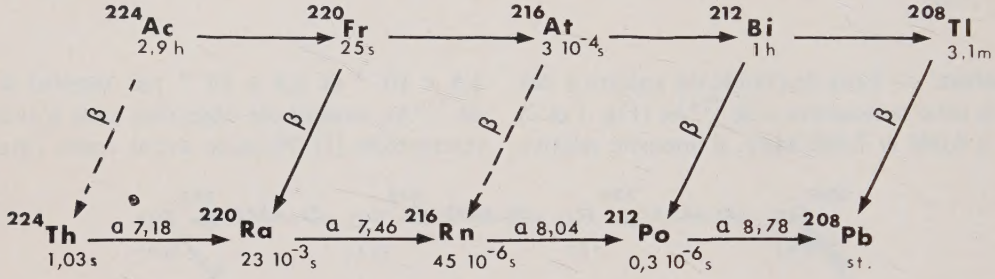

FIG. 3. — Séries radioactives des ^{224}Th et ^{224}Ac.

— Pour identifier la raie de 8,040 MeV, nous avons étudié le spectre α obtenu en coïncidences lentes (T = 1,2 μs) avec la raie α de 8,785 MeV caractéristique de ^{212}Po (T = 0,3 μs), descendant de ^{216}Rn. Le spectre α observé est présenté dans la figure 4. La raie α de 8,040 MeV y est observée, celle de 7,960 MeV pas. Les raies α de ^{216}At, ^{212}Po et ^{213}Po (impureté) correspondent aux coïncidences fortuites. L'étude de l'espacement dans le temps de ces coïncidences, réalisée en conversion temps-amplitude, permet de retrouver la période de 0,3 μs de ^{212}Po. La raie α de 8,040 MeV est donc bien caractéristique de ^{216}Rn (T = 45 μs).

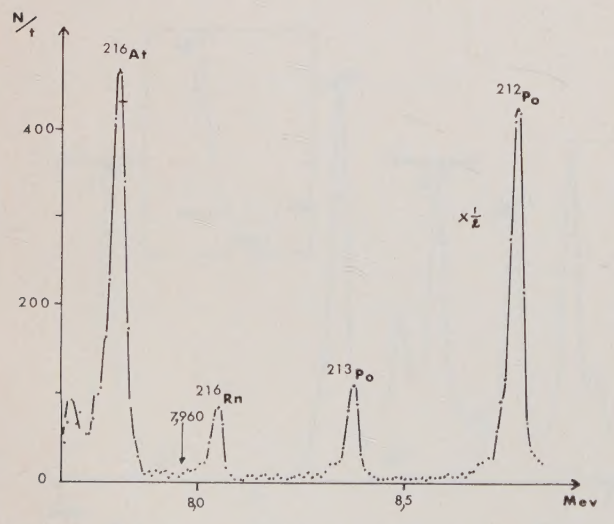

FIG. 4. — Spectre α en coïncidence avec la raie caractéristique de ^{212}Po.

3. **Le ^{220}Fr est émetteur β^-.** — Pour déterminer la transition β^- qui conduit à ^{216}Rn directement ou par filiation, nous devons préparer des sources spécifiques de ^{220}Fr et ^{216}At, exemptes de leurs parents. La période très courte de ces éléments et la très faible intensité de la raie étudiée, interdisent toute séparation chimique.

Pour étudier le spectre α de ^{220}Fr et de ses descendants, nous avons mis au point un dispositif de collection rapide des atomes de recul schématisé dans la figure 5. Une source de ^{224}Ac est placée sous vide, face

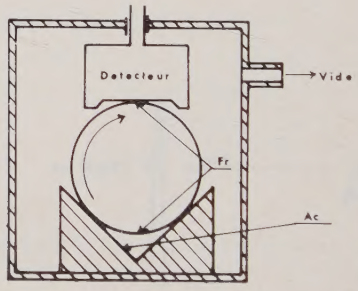

FIG. 5. — Appareil de collection des ions de recul d'ordre 1.

à un cylindre mobile suivant son axe. Les noyaux de recul de ^{220}Fr émis dans la désintégration α de ^{224}Ac viennent se déposer sur une fraction de la surface du cylindre. Après une rotation de 180° du cylindre, la source de ^{220}Fr vient se placer face à un détecteur α (jonction au silicium à barrière de surface). Le dispositif peut fonctionner d'une manière discontinue ou continue suivant les cas, la période du mouvement ou la vitesse de rotation du moteur étant réglée en fonction des périodes des isotopes étudiés. Le spectre α de ^{220}Fr et de ses descendants, observé avec ce dispositif, est

présenté dans la figure 6. La raie de 8,040 MeV (^{216}Rn) apparaît avec l'intensité relative attendue.

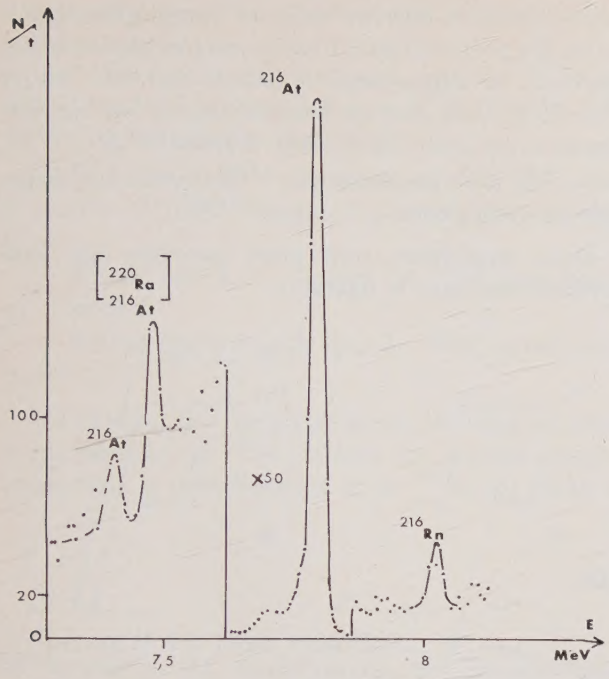

FIG. 6. — Spectre α observé avec l'appareil de recul d'ordre 1.

Cette expérience permet d'éliminer l'hypothèse d'une transition du ^{224}Ac vers ^{224}Th. La durée de rotation du cylindre, entre deux poses, était d'une seconde, et dans ces conditions l'intensité relative de la raie de 8,040 MeV devrait être plus faible que dans le spectre obtenu à partir d'une source de ^{224}Ac. La période de décroissance de la raie de 8,040 MeV mesurée avec l'appareil de collection du recul d'ordre 1 est égale à 25 secondes (période du ^{220}Fr).

On est alors amené à faire les deux hypothèses suivantes :

$$^{220}\mathrm{Fr} \xrightarrow{\beta^-} {}^{220}\mathrm{Ra} \xrightarrow{\alpha} {}^{216}\mathrm{Rn} \qquad \text{(I)}$$

$$^{216}\mathrm{At} \xrightarrow{\beta^-} {}^{216}\mathrm{Rn}\,. \qquad \text{(II)}$$

Or, on observe dans ce spectre une raie à 7,492 MeV précédemment attribuée à la transition ^{216}At → ^{212}Bi [4]. A une énergie très voisine (7,46 MeV) pourrait se trouver également la raie caractéristique de la transition fondamentale vers ^{220}Ra → ^{216}Rn.

L'attribution de cette raie à ^{216}At avait été néanmoins établie par des expériences de coïncidences $\gamma - \alpha$ (Fig. 7) (cette raie excite un niveau à 325 keV dans ^{212}Bi). Le rendement en coïncidence de cette raie est anormalement faible devant l'intensité observée dans nos expériences en spectrographie directe (Fig. 6). La présence de ^{220}Ra ne peut donc être affirmée avec certitude, ce qui empêche de trancher entre les hypothèses I et II.

Pour obtenir des sources de ^{216}At ($T_{1/2}$ = 300 µs) exemptes de leurs parents ^{224}Ac et ^{220}Fr, nous avons

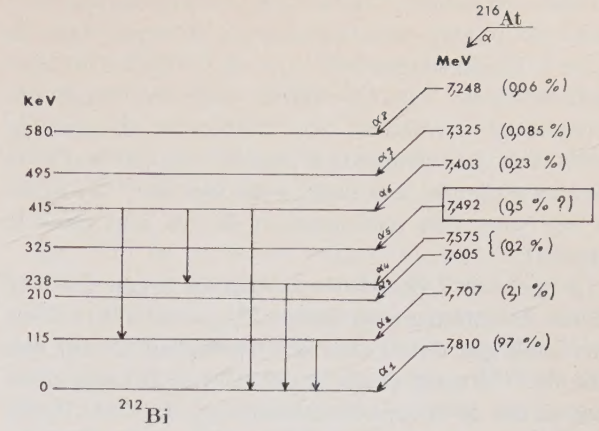

FIG. 7. — Schéma de désintégration de ^{216}At → ^{212}Bi (4).

réalisé le dispositif schématisé dans la figure 8. Une source de ^{224}Ac déposée sur un carré métallique de 3 mm de côté est placée sous vide face à un disque biseauté qui collecte les ions de recul de ^{220}Fr. Ce disque tourne discontinûment ou continûment. Après rotation de 180° la partie active se trouve face à un bloc métallique creusé suivant la forme d'une calotte sphérique. Les ions de recul de ^{216}At se déposent sur cette surface et s'y désintègrent. Un détecteur α disposé

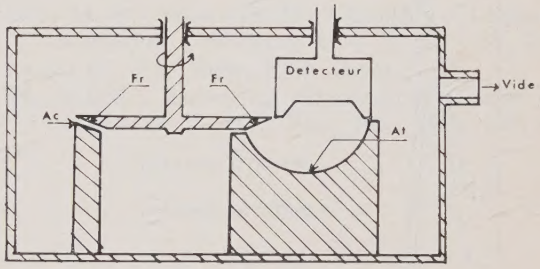

FIG. 8. — Appareil de collection des ions de recul d'ordre 2.

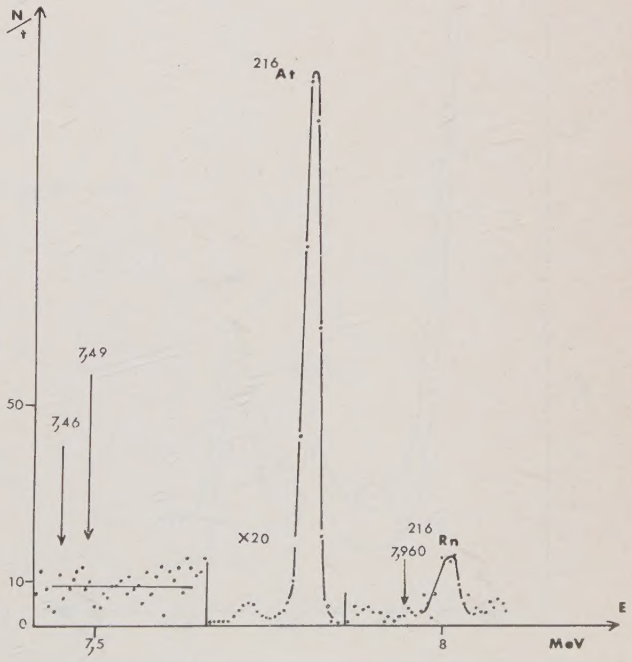

FIG. 9. — Spectre α observé avec l'appareil de recul d'ordre 2.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548005_0027